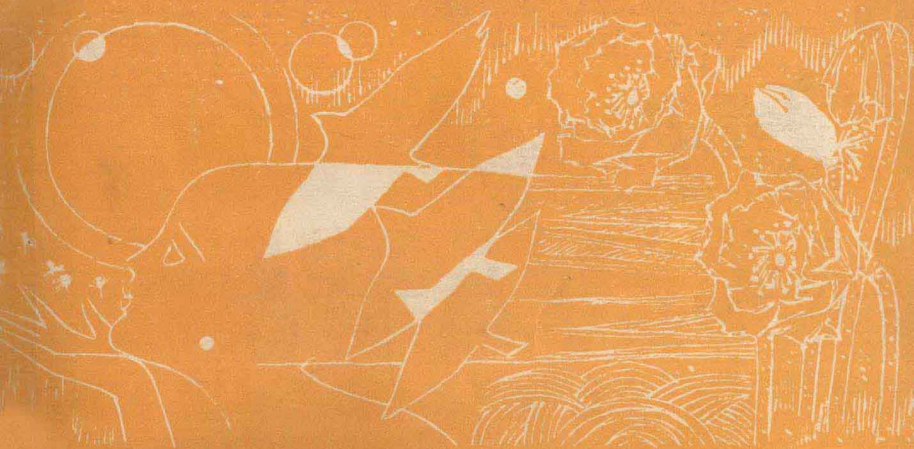


中国大百科全书·环境科学

环境工程学



中国大百科全书出版社

中国大百科全书·环境科学

环 境 工 程 学

(征求意见稿)

主 编 刘天齐

副 主 编 李宪法 张荪楠

编写组成员 (按姓氏笔画顺序)

王宝贞 石 青 刘天齐 胡名操

陆昌淼 李宪法 张荪楠 林肇信

中国大百科全书出版社

(内部发行)

中国大百科全书·环境科学

环境工程学

(征求意见稿)

中国大百科全书出版社出版

工本费 1.60 元

说 明

《中国大百科全书》是我国第一部大型综合性百科全书，正在按学科分卷陆续出版。《天文学》卷已于1980年出版，《环境科学》卷计划在1982年发排。

《环境科学》卷是在吴学周、(以下按姓氏笔画顺序)马大猷、王德铭、申葆诚、刘天齐、刘东生、刘培桐、胡汉昇等著名科学家的主持下，由200多位环境科学家和学者撰写的。在成卷出版以前，我们先按环境化学、环境物理学、环境生物学、环境地学、环境工程学、环境医学等六个分支学科整理成册，内部发行，征求意见，以便集思广益，进行修改。不能归入这六个分支学科的条目，如环境科学综论、环境管理、环境经济、环境法学等条目暂不印行。

《环境科学》卷的分册平均选收条目100个左右，字数约20万，对环境科学的各个分支学科的基本理论、基本内容和基本知识进行了全面的、综合的、系统的、概括的介绍和阐述，并附有图表，可供从事环境科学研究、教育、管理的人员参考和使用，也可作为具有高中以上、相当大学文化程度的广大读者进入环境科学知识领域的桥梁和阶梯。

环境科学作为一门独立的学科正处在蓬勃发展中，它的研究对象、任务、内容和学科体系，尚未完全定型，许多问题尚待进一步研究和探讨，因此，编纂《中国大百科全书·环境科学》卷是有许多困难的；加上我们编辑水平有限，一定会有缺点和错误。此外，《环境科学》卷的各个分册是陆续编辑出版的，有关条目的调整、内容和体例的统一，以及参见系统的建立等，还有大量的工作留待成书编辑时进行。我们热情地期望广大读者提出批评和改进意见，有关环境标准的条目暂编入《环境工程学》分册内征求意见(来信请寄北京安定门外中国大百科全书出版社环境科学编辑组)。

中国大百科全书出版社

环境科学编辑组

1981年8月

目 录

环境工程学	1
污染源	5
天然污染源(见污染源)	7
人为污染源(见污染源)	7
工业污染源(见污染源)	7
交通运输污染源(见污染源)	8
农业污染源(见污染源)	8
生活污染源(见污染源)	8
污染源调查	8
污染源的控制	10
环境监测(见《环境化学》分册)	
环境监测网络化(见《环境化学》分册)	
噪声控制技术(见《环境物理学》分册)	
放射性污染控制(见放射性废水的处理和处置、放射性固体废物)	12
热污染控制(见《环境物理学》分册)	
环境系统工程	12
环境污染综合防治	14
无污染工艺	16
无污染装置(设备)	17
无污染能源	18
大气污染防治工程	19
大气污染源	22
固定污染源(见大气污染源)	24
移动污染源(见大气污染源)	24
尘	24
气溶胶	26
工业废气中颗粒物的去除	27

尘粒控制技术·····	30
微粒控制技术·····	31
除尘器·····	32
有害气体治理·····	40
燃料脱硫·····	42
无污染燃料·····	44
硫氧化物治理·····	44
硫化氢的治理·····	50
氮氧化物治理·····	55
氟化物治理·····	58
碳氧化物控制·····	61
碳氢化物治理(见有机废气治理)·····	62
有机废气治理·····	62
有机废气的催化燃烧·····	64
汽车尾气净化·····	66
恶臭的控制·····	69
大气污染综合防治·····	72
水污染防治工程·····	74
水体污染源·····	78
点污染源(见水体污染源)·····	81
面污染源(见水体污染源)·····	81
扩散污染源(见水体污染源)·····	81
水体污染源的控制和管理·····	81
水资源管理·····	84
水源保护(见水资源管理)·····	87
水体污染·····	88
水体自净·····	89
水污染综合防治·····	92
废水处理和重复利用·····	93
水质稳定技术·····	96
废水处理方法分类·····	98
废水生物化学处理法·····	100

废水物理处理法	104
废水化学处理法	106
废水物理化学处理	107
废水处理的单元过程	108
废水处理中和过程	110
废水的沉降和上浮处理	111
废水的凝聚和絮凝处理	113
废水处理的化学沉淀过程	117
废水处理的气液交换过程	119
废水氧化处理法	122
废水处理的臭氧氧化法	125
废水处理的离子交换法	128
废水处理高梯度磁分离过程	132
废水处理的萃取过程	135
废水电解处理法	138
膜分离技术	140
电渗析	142
反渗透和超过滤法	145
扩散渗析	151
隔膜电解法	153
废水的吸附处理过程	156
废水的活性炭处理过程	162
废水需氧生物处理过程	165
活性污泥法	167
生物膜法	172
生物接触氧化法	177
生物氧化塘	179
土地处理系统	183
隔油池	188
沉淀池	189
曝气池	190
过滤	192

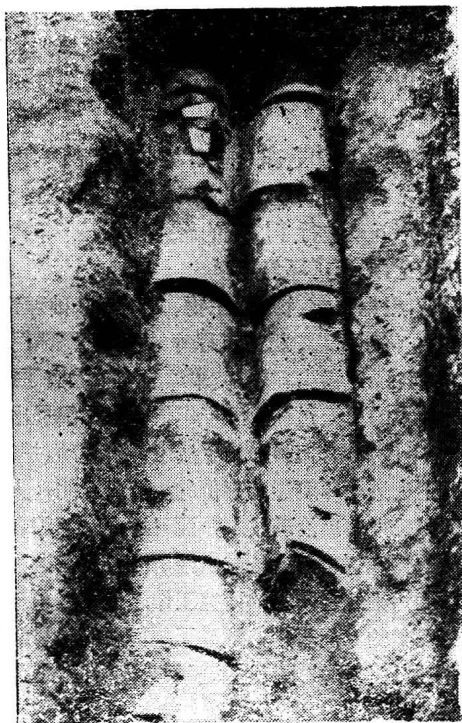
水的消毒.....	193
城市污水处理.....	198
污水一级处理.....	200
污水二级处理.....	201
污水三级处理.....	202
饮用水除污染处理.....	206
工业废水分类.....	209
工业废水处理.....	210
造纸工业废水处理.....	212
制革工业废水处理.....	215
食品工业废水处理.....	218
印染工业废水处理.....	220
染料生产废水处理.....	223
化工工业废水处理.....	225
含油废水处理.....	228
含酚废水处理.....	231
重金属废水处理.....	235
放射性废水的处理和处置.....	239
酸碱废水处理.....	243
冶金废水处理.....	245
电镀废水处理.....	248
农药废水处理.....	251
选矿废水处理.....	252
污水处理厂.....	255
封闭循环水处理系统.....	258
水处理系统的最优化设计.....	260
污水处理单元过程最优化设计.....	262
固体废物.....	265
固体废物的处理和利用.....	269
矿业固体废物.....	273
农业废弃物.....	276
放射性固体废物.....	277

城市垃圾	282
工业固体废物	286
工业有害废渣	288
有色金属渣	291
尾矿	293
煤矸石	294
煤渣	295
粉煤灰	297
高炉渣	300
钢渣	303
赤泥	305
废石膏	306
盐泥	308
硫酸渣	309
废金属	310
电石渣	312
铬渣	314
污泥	315
污泥消化	319
污泥浓缩	322
污泥脱水	323
污泥干化(见污泥脱水)	325
污泥焚烧	325
固体废物填埋	326
固体废物焚化	329
固体废物的微生物降解	330
沼气	332
固体废物堆肥	333
固体废物辐射处理	335
固体废物高压成型	337
固体废物资源化	338
固体废物能源	340

工业废渣建筑材料	342
环境标准体系	344
地面水环境质量标准	347
海水水质标准	349
大气环境质量标准	350
城市区域环境噪声标准(见《环境物理学》分册)	
放射防护规定(见《环境物理学》分册)	
生活饮用水水质标准	352
地面水卫生要求和标准	354
渔业水质标准	355
农田灌溉水质标准	356
工业用水水质标准	357
地区水环境质量标准	359
《工业“三废”排放试行标准》	360
工业企业污染物排放控制指标	361
汽车排放标准	363
锅炉烟尘排放标准	364
地区水污染物排放标准	366
地区废气排放标准	368
地区水污染物排放标准制订原则	370
大气污染物排放标准制订原则	372
条目录引	375

环境工程学 (environmental engineering) 环境科学的一个分支。运用工程技术的原理和方法,防治环境污染,保护和改善环境质量,并研究合理利用自然资源的技术途径和技术措施。目前人们对环境工程学还存在着不同的认识,有人认为环境工程学的任务就是用工程措施消除环境污染,重点是治理废水、废气和固体废物,控制噪声。有人认为环境工程学还应包括卫生工程、环境控制工程以及环境影响评价、环境设计和管理等。

形成过程 环境工程学是在人类同环境污染作斗争,以求保护和改善自己的生存环境过程中形成的。从开发和保护水源来说,中国早在公元前 2300 年前后就创造了凿井技术,促进了村落和集市的形成。后



河南淮阳发现的四千年前中国古代地下排水管道

来为了保护水源,又建立了持刀守卫水井的制度。中国的“刑”字,古作“荆”,“刀守井也”。从给排水工程来说,中国在公元前 2000 多年就用陶土管修建地下排水道。古代罗马大约在公元前六世纪开始修建地下排水道。中国在明朝以前就开始采用明矾净水。英国在十九世纪初开始用砂滤法净化自来水;在十九世纪末采用漂白粉消毒。在污水处理方面,英国在十九世纪中叶开始建立污水处理厂;二十世纪初开始采用活性污泥法处理污水。此后,卫生工程、给水排水工程等逐渐发展,形成一门学科。

在大气污染控制方面,为消除加工工业引起的粉尘污染,美国在 1885 年发明了离心除尘器。进入二十世纪以后,除尘技术、空气调节、燃烧装置改造、工业气体净化等工程技术逐渐得到推广应用。

在固体废物(特别是城市垃圾)处理方面,历史更为悠久。约在公元前 3000~1000 年,古希腊即开始对城市垃圾进行填埋。在二十世纪,固体废物处理和利用的研究工作不断取得成就,出现了用工业废渣制造建筑材料等工程技术。

在防治噪声方面,中国和欧洲一些国家的古建筑中,墙壁和门窗位置的安排都考虑到了隔声的问题。进入二十世纪后,人们对控制建筑和车辆的震动和噪声问题进行了广泛的研究。从五十年代起,建立了噪声控制的基础理论,形成了环境声学。

二十世纪以来,根据化学、物理、生物、地学等基础理论,运用卫生工程、给排水工程、化学工程、机械工程等的技术原理和手段,解决废气、废水、固体废物、噪声污染问题,使单项治理技术有了较大的发展,逐渐形成了治理技术的单元过程。五十年代末,中国提出了资源综合利用的观点。六十年代中期,美国开始了技术评价活动,并在 1970 年颁布了对一些重要工程进行环境影响评价的法令。至此,人们认识到控制环境污染不仅要采用单项治理技术,而且还要采取综合防治措施和对控制环境污染的措施进行综合的技术经济分析。在这种情况下,环境系统工程和环境污染综合防治的研究工作迅速发展起来。随后,陆续出现了环境工程学的专门著作,形成了一门新的学科。1978 年中国全国科学大会,在制订科学技术长远发展规划纲要时,把环境工程学正式纳入技术科学的体系。

基本内容 尽管对环境工程学的内容有不同的看法,但是从环境

工程学发展的现状来看,其基本内容不外乎下列五个方面:

环境污染防治工程 主要研究环境污染防治的工艺过程的原理,设备的设计和选用。它既包括环境工程的单元操作和单元过程,也包括区域污染的综合防治。具体可分为:大气污染防治工程、水污染防治工程、固体废物的处理和利用、再资源化技术、生产的闭路循环化、无害化生产系统、噪声控制、振动控制、热污染控制、放射性污染控制以及污染综合防治技术。环境污染防治工程的发展已超出单项治理的范畴。在水和大气污染防治方面,一般是先对污染源进行调查、监测,对污染物和污染源进行评价和综合分析,确定重点防治对象。在此基础上,改革生产工艺和设备,回收利用排放的废物,并对一些污染物实施分离、分解、转化等处理。而固体废物和噪声的防治,其防治原理和控制技术则另有特点。

环境系统工程 主要内容包括环境系统模式化和环境系统最优化两个方面(见环境系统工程)。它以环境质量的变化规律、环境容量、污染物对人体和生态的影响、环境工程技术原理和环境经济学等为依据,并综合运用系统论、控制论和信息论的理论,以及现代管理的数学方法和电子计算技术,对环境问题进行系统处理和从整体上谋求解决。

系统分析和系统工程方法可应用于不同的规模、等级、剖面的系统,如区域综合体系统、大气系统(大气污染模型、大气扩散等)、地面水系统(河流污染、湖泊污染的分析和城市污水再生利用)、海洋系统以及某一环境工程单元过程系统,等等。

技术评价和环境影响评价 技术评价是确定现有技术和未来技术发展对自然环境和社会环境的总的作用,从而寻找保护自然资源和社会资源的新技术。有人认为预测科学技术进步所产生的副作用,实质上就是预测未来的环境问题。美国从六十年代中期开始探讨一些科学技术革命带来的二次影响。如建设原子能电站,虽然与传统的能源工业相比,二氧化碳和二氧化硫的污染大约减少了一半,但是增加了放射性污染。从1970年开始,对一些大型工程进行环境影响评价,即在大规模开发工程开工之前,对这些工程可能给环境带来的不良影响作出预测,以便采取适当的对策。

环境工程经济 二十世纪六十年代以来,用于防治环境污染的费用不断增加,据七十年代统计,一些国家的环境保护经费总额占国民生

产总值1~2%。因此,从经济观点研究控制污染的工程措施,选择费用最省(材料和能源消耗少)而收益最大的方案,成为环境工程经济研究的重要内容。目前,对污染防治措施进行技术经济分析,一般是按照污染物成分来确定实现环境保护措施的顺序的,并在所有的措施中,选出条件最有利和投资最省、收效最快的措施,以使环境保护的投资不至于影响生产的发展。

环境监测技术和监测系统网络化 包括水处理等污染防治过程的监测控制、污染源的监测控制,以及开展区域环境监测系统网络化的研究;还包括各种监测仪器联用的研究和激光、遥感、遥测等新技术的运用。环境监测是否归入环境工程学,学术界的认识是不一致的。有人认为环境监测是环境科学的一个独立的部分;有人认为可以把它归入环境管理学中,因为监控是一种管理的手段。但是当前环境污染防治正在向区域污染综合防治的方向发展,而环境监测是综合防治的重要组成部分,从这个意义上说它也是环境工程学的一个内容。

特点和发展趋势 环境工程学具有区域性和综合性特点。水文、地质、气象等各种区域环境特征同污染的发生和发展密切相关,因此运用工程技术控制环境污染时,必须充分考虑到地区的自然环境和社会环境特征,从整体出发确定总的环境目标,进行系统分析,运用系统工程寻求最佳的综合防治途径。

环境工程学的形成过程就是一个由单项治理发展到综合防治的过程。它综合运用各种有关的工程技术原理,控制环境的人为污染,在确定工程方案时,综合考虑环境自净能力和人为工程措施的关系,考虑社会各经济部门的关系,研究物质、能量在各生产部门间的流动规律等等,形成了环境工程学的综合性的特点。

由此可见,环境工程学是一个庞大而复杂的技术体系。它不仅要采取工程措施防治环境污染和公害,而且研究自然资源的保护和合理利用。探讨废物资源化技术、改革生产工艺、发展少害或无害的闭路生产系统,以及按区域环境进行运筹学管理,以获得较大的环境效果和经济收益,这些都成为环境工程学的重要发展方向。

环境问题已成为国民经济发展的组成部分。自然资源的有限和对自然资源需求的不断增长,特别是环境污染的控制目标和对能源需求之间的冲突,是设计环境工程系统和制定环境政策必须考虑的重要因

素。因此,资源、生态、经济三者发展的动态平衡,决定着环境工程未来的发展趋势。

(刘天齐 李宪法)

wuranyuan

污染源 (pollution sources) 向环境排放污染物或对环境产生有害影响的场所、设备和装置的统称。

按造成污染的原因可把污染源分为天然污染源和人为污染源。天然污染源是指自然界自行向环境排放污染物或造成有害影响的场所,如正在活动的火山。人为污染源是指人类社会活动所形成的污染源。后者是环境保护工作研究和控制的主要对象。人为污染源有多种分类方法。按污染物的种类,可分为有机污染源、无机污染源、热污染源、噪声污染源和同时排放多种污染物的混合污染源等。事实上,大多数污染源都属于混合污染源。例如燃煤的火力发电厂就是一个既向大气排放二氧化硫等无机污染物又向环境排放废热和其他废物的混合污染源。然而,在针对某一个特定环境问题时,往往把某些混合污染源作为只排放某一类污染物的污染源进行研究。污染源按污染的主要对象,可分为大气污染源、水体污染源和土壤污染源等。按向环境排放污染物的空间分布方式分类,可分为点污染源(集中在一点或一个可当作一点的小范围排放污染物)、线污染源(沿着一条线排放污染物)、面污染源(在一个大面积范围内排放污染物)。线污染源和面污染源可合称为非点污染源。更常见的是按人类社会活动分为工业污染源、农业污染源、交通运输污染源和生活污染源。

工业污染源 工业生产中的每一个环节,如原料生产、各种加工过程、生产中的燃烧过程、加热和冷却过程、成品整理过程等,都可能成为工业污染源。除废渣堆放场和工业区降水径流构成的污染以外,多数工业污染源属于点污染源。它通过向环境集中排放废气、废水、废渣和废热来污染大气、水体和土壤。同时,它还产生噪声、振动来危害周围环境。各种工业生产过程排出的废物含有不同的污染物。例如,煤燃烧过程排出的烟气中含有一氧化碳、二氧化硫、苯并(a)芘和粉尘等污染物;而其他一些化工生产过程排出的废气里,则主要含有硫化氢、氮氧化物、氟化氢、氯化氢、甲醛、氨等各种有害气体。又如炼油厂废水中主要含原油和石油制品、硫化物、碱、酚、丙酮、芳烃类有机化合物等;电镀工业废

水中主要含有重金属(铬、镉、镍、铜等)离子、酸和碱、氰化物和各种助剂;而火力发电厂除烧煤排出烟气外主要用水作为载体向环境排放废热,并排出煤灰。此外,由于化学工业的迅速发展,越来越多的人工合成物质进入环境;地下矿藏的大量开采,把原来埋在地下的物质带到地上,从而破坏了地球上物质循环的平衡。重金属、各种难降解的有机物等致病污染物在人类生活环境中循环、富集,更对人体健康构成长期威胁。因此,工业污染源对环境危害最大。

农业污染源 在农业生产过程中对环境造成有害影响的农田和各种农业设施统称农业污染源。不合理施用化肥和农药都可能破坏土壤结构和自然生态系统,特别是破坏土壤生态系统(见农药污染)。降水所形成的径流和渗流把土壤中过剩的氮和磷、农药以及牧场、养殖场、农副产品加工厂的有机废物带入水体,使水体水质恶化,甚至造成河流、水库、湖泊等水体的富营养化。大量氮化合物进入水体则导致饮用水中硝酸盐含量增加,危及人体健康。氮肥分解产生的氮氧化物直接影响大气的物质平衡,氮氧化物升至高空还可能破坏地球大气的臭氧层。在农业高度现代化的国家,农业污染源排放的硝酸盐、氮和无机磷已经对水体构成极大危害。有的研究报告指出,在生活污水中氮的浓度一般为18~20毫克/升,而在耕地上排出的地面径流中,氮的浓度为1~70毫克/升,上限远超过生活污水。在耕地上排出的径流中磷的含量为0.05~1.1毫克/升。农田径流里的氮、磷含量都大大超过藻类生长的需要。一般认为水中有0.3毫克/升的无机氮和0.01毫克/升的无机磷就足以使藻类繁殖到致害的程度。

交通运输污染源 所有对周围环境造成污染的交通运输设施和设备统称交通运输污染源。这一类污染源发出噪声,引起振动,泄漏有害的气体、液体和固体物质,排放洗刷废水(包括油轮压舱水),散发粉尘以及排出废气等,污染环境。交通运输污染源排放的主要污染物有一氧化碳、氮氧化物、碳氢化合物、二氧化硫、铅化合物、苯并(a)芘、石油和石油制品以及其他有毒有害运载物。它们对城市环境、河流、湖泊、海湾和海域构成威胁(特别是在发生事故时)。这类污染源排出的废气也是大气污染物的主要来源。

生活污染源 人类生活和消费活动所产生的废水、废气和废渣造成环境污染。城市和人口密集的居住区是人类生活和消费活动集中地,

是主要的生活污染源。生活污染源污染环境的途径有三：①因为消耗能源而排出废气造成大气污染。如中国的一些城市里，居民普遍使用小煤炉做饭、取暖，这些小煤炉构成在城市区域内大气的点污染源，成为大气的主要污染源之一。②人们的生活离不开水，同时也要排出生活污水（包括粪便）。生活污水中含碳有机物和含氮有机物、合成洗涤剂和氯化物的含量以及细菌、病毒和寄生虫卵的数量都较高。生活污水进入水体，使水质恶化，并传播病菌、病毒和寄生虫卵。以有机污染物为例，一个百万人口的城市，如果平均每人每天排放 BOD_5 （五日生化需氧量）36 克，受纳该城市生活污水的水体中 BOD_5 本底值是 2 毫克/升。为使受纳水体中的 BOD_5 不超过 5 毫克/升，而且对这个城市的生活污水不作任何处理，则每天至少需要 1,200 万立方米的天然水来稀释这个城市的生活污水（估算时忽略生活污水的流量）。这相当于要用一条流量约为 140 立方米/秒的河流的水量来稀释污水。③生活垃圾对环境的污染。城市垃圾中的主要成分是：厨房垃圾、废塑料、废纸、金属、煤灰和碴土等。在不同国家和地区中，由于生活习惯和生活水平的差别，上述各种成分在城市垃圾总量中的比重也有所不同。中国大城市中普遍设有废旧物资回收网点，城市垃圾中废纸、金属和玻璃等所占的比例就较低；而由于相当数量居民用煤作燃料，垃圾中煤灰所占的比例就较高。随着生产的发展、生活水平的提高，中国城市垃圾数量和构成也在变化。如由于逐步改用煤气、石油液化气作燃料，采用集中供热的取暖方式，煤灰在生活垃圾中所占的比例逐渐减少。

（刘天齐 杨汝均）

tianran wuranyuan

天然污染源 (natural pollution source) 见污染源。

renwei wuranyuan

人为污染源 (man-made pollution source) 见污染源。

gongye wuranyuan

工业污染源 (industrial pollution source) 见污染源。